

## 明細書

### 有機EL装置の製造方法および有機EL装置、電子機器

#### 技術分野

本発明は、有機EL（エレクトロルミネッセンス）装置の製造方法に関する。有機EL装置は、テレビやコンピュータ等のディスプレイ、液晶ディスプレイ用バックライト等の光源として使用される。

#### 背景

近年、情報端末の携帯化が加速度的に進んでおり、携帯化するために必要な省電力ディスプレイの開発が盛んになっている。その中で特に、液晶表示装置向けバックライトや表示装置として、有機EL装置（陽極と陰極との間に有機物からなる発光層を設けた構造の発光装置）が注目されている。

低容量表示装置やバックライトなどの単色有機EL装置においては、基板上に陽極層を形成した後、多くの場合、発光層（および必要に応じて設ける正孔注入層および／または正孔輸送層）をスピンコート法により形成している。そして、発光層の上に陰極層を真空蒸着法等で形成している。

このような有機EL装置は、通常、別々に作製された有機ELパネルと駆動回路とを備え、有機ELパネルに陽極端子および陰極端子を設けて、これらの端子と駆動回路からの配線の先端とを接続することによって、陽極と陰極との間に電圧を印加している。

従来より、陰極端子の形成は次の方法によって行われている。①陰極層の一部をそのまま陰極端子とする方法（すなわち、駆動回路からの配線の先端を直接陰極層に接触させて固定する）、②陰極層の上に導電性ペーストで陰極端子を形成する方法、③基板上に陽極と同時に陰極端子を形成する方法（この場合には、その後、発光層等を基板の全面に形成し、次いで、この発光層等を部分的に除去して陰極端子を露出させた後、この陰極端子を覆うように陰極層を形成する）。

しかしながら、上記①～③の方法には次のような問題点がある。

①の方法では、多くの場合、有機EL装置の陰極層は不安定な材料を用いて形

成されるため、陰極端子が酸化する恐れがある。②の方法では、導電性ペーストの溶剤によって陰極に腐食が生じる恐れがある。③の方法では、発光層等を部分的に除去して陰極用の端子を露出する工程が煩雑であるとともに、部分的に除去された発光層等の端面位置で、陰極層に良好な導通が得られなくなる恐れもある。

#### サマリー

本発明は、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層を順次形成する工程を有する有機EL装置の製造方法において、基板上に、第1電極層と、前記第1電極層に接続される第1端子と、第2電極層に接続される第2端子と、を形成する工程と、少なくとも前記第1電極層と前記第2端子とを覆うように発光層を形成する工程と、導電性材料を、前記第2端子と電氣的に接続するように前記発光層を貫通して設ける工程と、前記導電性材料と電氣的に接続するように第2電極層を形成する工程と、を有することを特徴とする有機EL装置の製造方法を提供する。

本発明はまた、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層を順次形成する工程を有する有機EL装置の製造方法において、基板上に、第1電極層と、前記第1電極層用の第1端子および第2電極層用の第2端子を形成する工程と、少なくとも前記第1電極層および前記第2端子を覆うように発光層を形成する工程と、前記発光層を溶解させる溶媒と導電性材料とを含有する液体を、前記発光層上の前記第2端子と対応する位置に配置して、前記溶媒により前記発光層に前記第2端子に至る貫通孔を生じさせるとともに、前記液体を前記貫通孔内に存在させる工程と、前記貫通孔に存在している前記溶媒を除去し、前記貫通孔内に前記導電性材料を充填する工程と、第2電極層を、前記導電性材料と電氣的に接続するように且つ前記貫通孔の位置を覆うように形成する工程と、を有することを特徴とする有機EL装置の製造方法を提供する。

本発明はまた、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層を順次形成する工程を有する有機EL装置の製造方法において、基板上に、第1電極層と、前記第1電極層用の第1端子および第2電極層用の第2端子を形成する工程

と、少なくとも前記第1電極層および前記第2端子を覆うように発光層を形成する工程と、前記発光層を溶解させる揮発性溶媒と導電性材料とを含有する液体を、前記発光層上の前記第2端子と対応する位置に配置して、前記揮発性溶媒により前記発光層に前記第2端子に至る貫通孔を生じさせるとともに、前記揮発性溶媒を除去し、前記貫通孔内に前記導電性材料を充填する工程と、前記導電性材料と電氣的に接続するように前記貫通孔の位置に第2電極層を形成する工程と、を有することを特徴とする有機EL装置の製造方法を提供する。

本発明は、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層をこの順に有する有機EL装置において、基板上の第1電極層と同一面に、前記第1電極層に接続された第1端子と第2電極用の第2端子が形成され、前記第2端子と前記第2電極層とが、両者間の層を貫通して存在する導電性材料により電氣的に接続されている有機EL装置を提供する。

本発明はまた、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層をこの順に有し、基板上の第1電極層と同一面に、前記第1電極層に接続された第1端子と第2電極用の第2端子が形成され、前記第2端子と前記第2電極層とが、両者間の層を貫通して存在する導電性材料により電氣的に接続されてなる有機EL装置を備えた電子機器を提供する。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施形態に相当する有機EL装置の製造方法を説明する工程図である。

図2は、この実施形態で作製する有機EL装置（有機ELパネル）を説明する図であって、図2（a）は図1（a）の状態の平面図に相当し、図2（b）はこの有機ELパネルの断面図に相当する。

図3は、本発明の有機EL装置を適用した電子機器の一例に相当するパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

図4は、本発明の有機EL装置を適用した電子機器の一例に相当する携帯電話の構成を示す斜視図である。

図5は、本発明の有機EL装置を適用した電子機器の一例に相当するディジタ

ルスチルカメラの背面側の構成を示す斜視図である。

#### 詳細な説明

本発明は、前述した従来技術の問題点に着目してなされたものであり、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層を順次形成する工程を有する有機EL装置の製造方法において、第2電極とこの電極用の端子との接続が確実に長期間に渡って行われ、しかもこの端子形成工程および前記接続をとるための工程が簡単である方法を提供することを課題とする。

(1) 本発明の実施の形態に係る有機EL装置の製造方法は、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層を順次形成する工程を有する有機EL装置の製造方法において、基板上に、第1電極層と、前記第1電極層に接続される第1端子と、第2電極層に接続される第2端子と、を形成する工程と、少なくとも前記第1電極層と前記第2端子とを覆うように発光層を形成する工程と、導電性材料を、前記第2端子と電氣的に接続するように前記発光層を貫通して設ける工程と、前記導電性材料と電氣的に接続するように第2電極層を形成する工程と、を有する。

(2) 本発明の実施の形態に係る有機EL装置の製造方法は、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層を順次形成する工程を有する有機EL装置の製造方法において、基板上に、第1電極層と、前記第1電極層用の第1端子および第2電極層用の第2端子を形成する工程と、少なくとも前記第1電極層および前記第2端子を覆うように発光層を形成する工程と、前記発光層を溶解させる溶媒と導電性材料とを含有する液体を、前記発光層上の前記第2端子と対応する位置に配置して、前記溶媒により前記発光層に前記第2端子に至る貫通孔を生じさせるとともに、前記液体を前記貫通孔内に存在させる工程と、前記貫通孔に存在している前記溶媒を除去し、前記貫通孔内に前記導電性材料を充填する工程と、第2電極層を、前記導電性材料と電氣的に接続するように且つ前記貫通孔の位置を覆うように形成する工程と、を有する。

(3) 本発明の実施の形態に係る有機EL装置の製造方法は、基板上に、少なく

とも第1電極層、発光層、第2電極層を順次形成する工程を有する有機EL装置の製造方法において、基板上に、第1電極層と、前記第1電極層用の第1端子および第2電極層用の第2端子を形成する工程と、少なくとも前記第1電極層および前記第2端子を覆うように発光層を形成する工程と、前記発光層を溶解させる揮発性溶媒と導電性材料とを含有する液体を、前記発光層上の前記第2端子と対応する位置に配置して、前記揮発性溶媒により前記発光層に前記第2端子に至る貫通孔を生じさせるとともに、前記揮発性溶媒を除去し、前記貫通孔内に前記導電性材料を充填する工程と、前記導電性材料と電氣的に接続するように前記貫通孔の位置に第2電極層を形成する工程と、を有する。

(2) 及び (3) に記載の方法において、前記液体としては、銀、銅、クロム、ニッケル、アルミニウム、鉄、金、白金、カーボンなどの導電性材料からなる粉体が、トルエン、キシレン、クロロホルム等の溶剤に分散されている液体を使用することができる。導電性を有するポリマーを前記溶剤に溶解させた溶液を用いることもできる。また、この液体にはバインダー等を含んでも良い。

(2) 及び (3) に記載の方法において、前記液体を配置する工程は、ディスペンサを用いた液体吐出法方法、インクジェット法、または印刷法等により行うことができるが、ディスペンサを用いた液体吐出法により行うことが好ましい。なぜなら、液体配置の位置精度はさほど要求されず、前記貫通孔に導電性材料を確実に存在させて、この導電性材料により第2端子と第2電極とを電氣的に接続する必要があることから、高い位置精度が得られるがコストの高いインクジェット法よりも、コストの低いディスペンサを使用した方法を採用することが好ましい。

(4) (2) に記載の方法において、前記第1電極層上には、さらに正孔注入層が形成されてなり、前記溶媒は、前記正孔注入層を溶解させる溶媒であってもよい。

(5) (3) に記載の方法において、前記第1電極層上には、さらに正孔注入層が形成されてなり、前記揮発性溶媒は、前記正孔注入層を溶解させる溶媒であってもよい。

(6) 本発明の実施の形態に係る有機EL装置は、基板上に、少なくとも第1

電極層、発光層、第2電極層をこの順に有する有機EL装置において、基板上の第1電極層と同一面に、前記第1電極層に接続された第1端子と第2電極用の第2端子が形成され、前記第2端子と前記第2電極層とが、両者間の層を貫通して存在する導電性材料により電気的に接続されている。

(6) 本発明の実施の形態に係る電子機器は、基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層をこの順に有し、基板上の第1電極層と同一面に、前記第1電極層に接続された第1端子と第2電極用の第2端子が形成され、前記第2端子と前記第2電極層とが、両者間の層を貫通して存在する導電性材料により電気的に接続されてなる有機EL装置を備えてなる。

以下、本発明の実施形態について図を参照して説明する。

本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではない。

図1は、本発明の一実施形態に相当する有機EL装置の製造方法を説明する工程図である。図2は、この実施形態で作製する有機EL装置（有機ELパネル）を説明する図であって、図2(a)は、符号Bで示す部分を除いて、図1(a)の状態の平面図に相当する。図1(a)は、図2(a)のA-A線断面図に相当する。図2(b)は、この有機ELパネルの断面図に相当する。

この実施形態の有機ELパネルは、有機EL素子からなる発光部として、デジタル数字を構成する7個の元素を備えている。この有機ELパネルは、必要に応じていずれかの元素を発光させることにより、デジタル数字等を表示する表示体である。

このような有機ELパネルを以下のようにして形成した。

先ず、透明なガラス基板1上に、ITO( $\text{In}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$ )薄膜をスパッタリング法により厚さ150nmで形成し、この薄膜に対してフォトリソグラフィとエッチングを行うことにより、基板面内に、前記7個の元素に対応する透明な陽極（第1電極層）2a~2gと、各陽極2a~2g用の配線3a~3gと、陰極用の端子（第2端子）4とを形成した。図1(a)はこの状態を示す。基板としては、ガラス基板の他にプラスチックフィルムなどを用いることもできる。

図2(a)に示すように、陰極用の端子4は、基板面内の周縁部の一箇所に、

所定幅の帯状に形成されている。各配線 3 a ~ 3 g の一端は各陽極 2 a ~ 2 g に接続され、全配線 3 a ~ 3 g の他端は、基板の周縁部の陰極用端子 4 と並ぶ位置にまとめて、一定間隔で平行に配置されている。この配線 3 a ~ 3 g の基板周縁部（他端部）を、各陽極 2 a ~ 2 g 用の端子としている。図 2（a）では、各陽極 2 a ~ 2 g 用の端子（第 1 端子）をまとめて符号 3 0 で表示している。また、図 1 および図 2（b）では配線 3 a ~ 3 g の表示が省略されている。これらの陽極を形成した後、UV オゾン処理または O<sub>2</sub> プラズマ処理を行ってもよい。

次に、このガラス基板 1 上の全面に、スピンコート法によりバイエル社製の「パイトロン（登録商標）」を塗布することにより、正孔注入層 5 を厚さ 50 nm で形成した。これにより、陽極 2 a ~ 2 g、配線 3 a ~ 3 g、陽極用の端子（陽極端子）3 0、および陰極用の端子（陰極端子）4 を、全て正孔注入層 5 で覆った。図 1（b）はこの状態を示す。正孔注入層としては、この他ポリアニリン誘導体、ポリチオフェン誘導体、フェニルアミン誘導体などを用いることができる。また、製膜方法としては、スピンコート法その他、蒸着法、ロールコート法なども用いることができる。

次に、正孔注入層 5 の全面に、ポリジオクチルフルオレンをトルエンに溶解させた 1.5 重量% 溶液を、スピンコート法により塗布した後、乾燥させることによって、発光層 6 を厚さ 70 nm で形成した。図 1（c）はこの状態を示す。発光材料としてはこの他ポリパラフェニレンビニレン誘導体、Alq3 など通常有機 EL に用いることができるものを使用する。さらに LiF など電子注入層や正孔ブロック層を形成してもよい。

次に、円形の液体吐出口の直径が 0.5 mm であるディスペンサを用い、このディスペンサの容器 7 内に、藤倉化成（株）製の銀ペースト（銀の粉体を含有する導体ペースト）である「ドータイト（登録商標）」とトルエンを体積比で 1 : 1 に混合した液体を入れた。このディスペンサの容器 7 を、液体吐出口の位置が発光層 6 の上面からの高さが 0.5 mm であって、基板面内で図 2（a）に符号 B で示す 9 箇所のいずれかの位置（基板面内の発光層 6 で覆われた陰極用端子 4 の位置）となるように配置した。

この状態で、加圧空気配管（圧力供給手段）から加圧空気を容器 7 内に供給す

ることにより、吐出圧0.1MPaで前記液体を500ピコリットル吐出した。また、この吐出を、容器7を他の液体吐出位置に移動させながら繰り返した。ここで、発光層6および正孔注入層5は、前記液体の溶媒であるトルエンによって溶解されるため、容器7から吐出された前記液体は、発光層6および正孔注入層5に陰極端子4に至る貫通孔を生じさせながら、この貫通孔内に入る。この貫通孔内の液体が乾燥することによって、この貫通孔は銀（導電性材料）8で充填される。この乾燥工程は、加熱または室温で所定時間放置することによって行う。図1（d）はこの状態を示す。なお、ここでは銀ペーストを用いたが、導電性を付与できる材料であればよく、例えば、銅粉やクロム粉、ニッケル粉、アルミニウム粉、鉄粉、金粉、白金粉、カーボンなどを発光層と相容性のある溶剤で分散したものを用いることができる。あるいは、導電性を有するポリマーの溶液などでもよい。また、バインダーを含んでもよい。

次に、発光層6の上に、図2（a）に2点鎖線Cで示す範囲（銀が充填された貫通孔を含む範囲）内で、真空蒸着法により、カルシウム薄膜を厚さ10nmで、続いてアルミニウム薄膜を厚さ400nmで形成した。これにより、カルシウムとアルミニウムからなる二層構造の陰極（第2電極層）9が形成され、発光層6および正孔注入層5を貫通して存在する銀8により、陰極端子4と陰極9とが電気的に接続された。図1（e）はこの状態を示す。陰極としては、用いる発光層、電子注入層等に合わせて最適なものを選択すればよく、Ca、Li、Mgやこれらの合金を用いることもできる。また、その上に、Al、Ag、Auなどの比較的安定な金属を製膜して用いることができる。製膜方法としては、蒸着法（加熱蒸着法・EB蒸着法）の他に、スパッタ法なども用いることができる。

次に、この陰極9の上面および端面を封止した。ここでは、陰極9上の全面および全端面を覆うようにエポキシ樹脂からなる封止材10を設け、その上に封止用のガラス板11を設けた。すなわち、図1（e）の状態、封止材10をなすエポキシ樹脂を塗布した後、その上にガラス板11を載せてエポキシ樹脂を硬化させることによって、封止材10の上にガラス板11を固定した。図1（f）はこの状態を示す。また、封止の方法としては、金属やガラスを用いた缶封止を行ってもよい。いずれの封止方法の場合も、必要に応じて、封止領域内に除湿剤、



脱酸素剤を封入してもよい。その他、ガスバリア性の優れた薄膜、例えば窒化アルミニウム、窒化珪素、酸化珪素などを蒸着またはスパッタする方法もある。このようにして得られた有機ELパネル（有機EL装置）の陽極端子30と陰極端子4との間に駆動回路からの配線を接続し、陰極9と全陽極2a~2gとの間に電圧を印加したところ、デジタル数字の7個のエLEMENTが全て安定的に発光して、数字の「8」が表示された。

また、この方法によれば、陰極端子4と陰極9との接続が確実に長期間に渡って行われることが確認された。また、この方法によれば、陰極端子の形成工程は従来の③の方法と同じであるが、③の方法のように発光層等を部分的に除去する必要がないため、陰極端子と陰極との接続をとるための工程がより簡単になる。

なお、前記実施形態では、液体配置工程をディスペンサを用いた液体吐出法で行っているが、インクジェット法やスクリーン印刷法で行ってもよい。ただし、ディスペンサを用いた液体吐出法方法はその他の方法よりも、液体配置工程を低コストで簡単に行うことができるため、ディスペンサを用いた液体吐出法を採用することが好ましい。

インクジェット法で液体配置を行う場合には、ディスペンサを用いる場合よりも液体の粘度を低くすることが好ましく、例えば前記銀ペーストを用いる場合には、前記銀ペーストをキシレン等の溶剤によって10倍に希釈したものを吐出する。

スクリーン印刷法で液体配置を行う場合には、ディスペンサを用いる場合よりも液体の粘度が高くてもよく、例えば前記銀ペーストをそのまま用いることもできる。この場合、印刷時に付与される圧力により、前記銀ペーストに含まれる溶剤を発光層6および正孔注入層5に浸透させることで、貫通孔を形成することもできる。

また、前記各実施形態では、基板として透明なガラス基板1を用い、基板側に透明な陽極2a~2gを設け、陰極9を不透明にしているため、発光層6で生じた光は陰極9で反射されてガラス基板1側に出射されるが、基板側の電極（第1電極）を不透明とし第2電極を透明とすることで、発光層で生じた光を基板とは反対側に出射させるようにしてもよい。陰極の材料としては、ITO、金、銀、

銅や仕事関数の低いカルシウム、マグネシウム、セシウム、ストロンチウム、ルビジウムなどの金属材料を透明性を有するように薄膜化したものを用いることができる。または、マグネシウムと銀や、アルミニウムとリチウムの合金を薄膜化したものを用いることもできる。

また、前記各実施形態では、基板側の電極（第1電極）を陽極とし、基板とは反対側の電極（第2電極）を陰極としているが、第1電極を陰極、第2電極を陽極としてもよい。

さらに、本発明の有機EL装置は、例えば、モバイル型のパーソナルコンピュータ、携帯電話、デジタルスチルカメラ等の各種電子機器に適用することができる。

図3は、モバイル型のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

図3において、パーソナルコンピュータ100は、キーボード102を備えた本体部104と、本発明の有機EL装置からなる表示ユニット106とから構成されている。

図4は、携帯電話の斜視図である。図4において、携帯電話200は、複数の操作ボタン202の他、受話口204、送話口206と共に、本発明の有機EL装置からなる表示パネル208を備えている。

図5は、デジタルスチルカメラ300の構成を示す斜視図である。なお、外部機器との接続についても簡易的に示している。通常のカメラは、被写体の光像によってフィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ300は、被写体の光像をCCD (Charge coupled device)等の撮像素子により光電変換して撮像信号を生成するものである。

ここで、デジタルスチルカメラ300におけるケース302の背面には、本発明の有機EL装置からなる表示パネル304が設けられ、CCDによる撮像信号に基づいて、表示を行う構成となっている。このため、表示パネル304は、被写体を表示するファインダとして機能する。また、302の観察側（図においては裏面側）には、光学レンズやCCD等を含んだ受光ユニット306が設けられている。

ここで、撮影者が表示パネル304に表示された被写体像を確認して、シャッ



096254-03

2. 基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層を順次形成する工程を有する有機EL装置の製造方法において、

少なくとも前記第 1 電極層および前記第 2 端子を覆うように発光層を形成する工程と、

前記貫通孔に存在している前記溶媒を除去し、前記貫通孔内に前記導電性材料を充填する工程と、

を有することを特徴とする有機EL装置の製造方法。

基板上に、第1電極層と、前記第1電極層用の第1端子および第2電極層用の第2端子を形成する工程と、

前記発光層を溶解させる揮発性溶媒と導電性材料とを含有する液体を、前記発光層上の前記第2端子と対応する位置に配置して、前記揮発性溶媒により前記発光層に前記第2端子に至る貫通孔を生じさせるとともに、前記揮発性溶媒を除去し、前記貫通孔内に前記導電性材料を充填する工程と、

-12-

成する工程と、

を有することを特徴とする有機EL装置の製造方法。

4. 前記第1電極層上には、さらに正孔注入層が形成されてなり、前記溶媒は、前記正孔注入層を溶解させる溶媒であることを特徴とする請求項2に記載の有機EL装置の製造方法。

5. 前記第1電極層上には、さらに正孔注入層が形成されてなり、前記揮発性溶媒は、前記正孔注入層を溶解させる溶媒であることを特徴とする請求項3に記載の有機EL装置の製造方法。

6. 基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層をこの順に有する有機EL装置において、

基板上の第1電極層と同一面に、前記第1電極層に接続された第1端子と第2電極層用の第2端子が形成され、

前記第2端子と前記第2電極層とが、両者間の層を貫通して存在する導電性材料により電氣的に接続されていることを特徴とする有機EL装置。

7. 基板上に、少なくとも第1電極層、発光層、第2電極層をこの順に有し

基板上の第1電極層と同一面に、前記第1電極層に接続された第1端子と第2電極層用の第2端子が形成され、

前記第2端子と前記第2電極層とが、両者間の層を貫通して存在する導電性材料により電氣的に接続されてなる有機EL装置を備えた電子機器。

09925324-081001

開示の要約

有機EL装置の製造方法において、陰極と陰極端子との接続をとるための工程が簡単な方法を提供する。

先ず、基板1上に、陽極2a~2gを形成すると同時に陰極端子4を形成する。次に、正孔注入層5、発光層6を基板全面にスピコートで形成する。次に、陰極用端子4の位置に、ディスペンサの容器7から銀の粉体と溶剤を含有する液体を滴下する。この溶剤として、正孔注入層5および発光層6を溶解させる溶剤を用いる。これにより、陰極用端子4の位置に貫通孔が開き、この貫通孔に銀8が充填される。次に、この貫通孔の位置を覆うように陰極層9を形成する。

0925324-081001